

# Optimalisasi Jaringan Pipa PDAM Kabupaten Majalengka Unit Pelayanan Cigasong

Heri Setiawan, Heri Wiko Indarjanto

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: hw\_corp@yahoo.com

**Abstrak**—Kurang optimalnya debit air yang dialirkan dari bak pelepas tekan II (BPT II) di Desa Pajajar, sering terjadinya *overflow* di BPT II dan kurang optimalnya peran fungsi bangunan reservoir dalam distribusi air, merupakan permasalahan yang muncul dalam operasional PDAM Kabupaten Majalengka unit pelayanan Cigasong.

Salah satu upaya yang dilakukan PDAM Kabupaten Majalengka, yaitu dengan melakukan optimalisasi jaringan pipa pengaliran dari BPT II menuju wilayah pelayanan Cigasong, yaitu dengan melakukan indentifikasi terhadap penyebab terjadinya permasalahan di PDAM Kabupaten Majalengka. Tujuannya agar air yang dialirkan ke wilayah pelayanan unit Cigasong menjadi lebih optimal dan tidak terjadi lagi *overflow* di BPT II.

Optimalisasi tersebut adalah dengan melakukan analisa sumber air baku yang digunakan, menganalisis elevasi, melakukan perhitungan debit air baku, melakukan perhitungan kebutuhan air tiap wilayah pelayanan dan melakukan simulasi menggunakan program epanet 2.0 dalam upaya optimalisasi jaringan pipa PDAM Kabupaten Majalengka. Agar pengaliran air PDAM Kabupaten Majalengka optimal, perlu dilakukan pembagian wilayah pelayanan yang dilayani oleh MA Cipadung, melakukan penutupan aliran air dari BPT II menuju titik temu menggunakan *valve* dan menambahkan bangunan BPT antara MA Cihaneut dengan titik temu pipa

**Kata Kunci**— BPT II, Cigasong, PDAM Kabupaten Majalengka.

## I. PENDAHULUAN

PDAM Kabupaten Majalengka dibentuk berdasarkan Peraturan Daerah (PERDA) Nomor 11 Tahun 1988 dan disesuaikan dengan PERDA Kabupaten Majalengka Nomor 26 Tahun 2001. Target acuan PDAM Kabupaten Majalengka dalam jumlah prosentase pelayanannya mengacu pada target yang ditetapkan pemerintah dalam bidang air minum, yaitu tingkat pelayanan air harus mencapai 80 % bagi penduduk perkotaan dan 60 % bagi penduduk pedesaan.

PDAM Kabupaten Majalengka terdiri dari 12 unit/cabang wilayah pelayanan, jumlah Sambungan Rumah (SR) sampai dengan bulan Desember tahun 2013 mencapai 19.443

sambungan. Sumber air baku yang digunakan oleh PDAM Kabupaten Majalengka dibagi kedalam 2 (dua) bagian, yaitu sumber air permukaan dan sumber air bawah tanah (ABT). Dalam tahap operasional PDAM Kabupaten Majalengka terdapat beberapa permasalahan yang terjadi, diantaranya adalah kurang optimalnya debit air yang dialirkan dari bak pelepas tekan (BPT) II menuju wilayah pelayanan Cigasong. Permasalahan lain yang terjadi di PDAM Kabupaten Majalengka adalah sering terjadinya *overflow* di bak pelepas tekan (BPT) II yang terdapat di Desa Pajajar. Selain itu, bangunan reservoir yang terdapat dalam sistem distribusi air menuju wilayah pelayanan Cigasong tidak dimanfaatkan dengan optimal.

Salah satu cara yang dapat dilakukan PDAM Kabupaten Majalengka, adalah dengan melakukan optimalisasi terhadap sistem distribusi air menuju unit pelayanan Cigasong. Sehingga, sistem distribusi airnya terpenuhi dari segi kualitas, kuantitas maupun kontinuitasnya. mengetahui sebab permasalahan yang sering terjadi agar bisa menentukan solusi dan cara penanganan yang lebih efektif.

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Tahap Telaah

Optimasilasi jaringan pipa PDAM ini dilakukan dengan tujuan agar air yang dialirkan dari BPT II menuju wilayah pelayanan Cigasong menjadi optimal, serta *overflow* yang sering terjadi pada BPT II dapat diselesaikan.

Optimalisasi jaringan pipa PDAM ini dimulai dengan melakukan analisa terhadap sumber air baku yang digunakan (mata air/MA Cipadung dan MA Cihaneut), melakukan analisa *elevasi* dan debit sumber air baku yang digunakan dalam sistem pengaliran, menghitung debit air baku yang dialirkan mulai dari bangunan penangkap air (*broncap*) sampai dengan bangunan pelepas tekan II (BPT II) yang terdapat di Desa Pajajar, perhitungan debit ini dilakukan secara manual dengan menggunakan rumus Hazen-William untuk hidrolika saluran tertutup pada *major losses*, yaitu :

$$h_f = \left[ \frac{Q}{0,00155 C D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L$$



dengan  $h_f$  adalah *major losses* sepanjang pipa lurus (m),  $L$  adalah panjang pipa (m),  $Q$  merupakan debit yang dialirkan (L/s),  $D$  merupakan diameter pipa yang digunakan (cm) dan  $C$  merupakan koefisien kekasaran pipa Hazen-William.

Untuk menghitung debit air yang tertampung pada setiap BPT yaitu BPT I dan BPT II, dilakukan perhitungan debit dengan berdasarkan pada ketinggian muka air pada alat ukur chipoletti yang terpasang disetiap BPT. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Q = 1,86 \times b \times H^{3/2}$$

dengan  $Q$  adalah debit air yang tertampung pada BPT ( $m^3$ ),  $b$  adalah lebar dasar trapesium pada alat ukur chipoletti (m) dan  $H$  adalah ketinggian muka air rata-rata yang terukur oleh alat tersebut (m).

Selain itu, dilakukan pula perhitungan kebutuhan air pada tiap wilayah pelayanan yang dilayani oleh MA Cipadung dan MA Cihaneut, wilayah tersebut diantaranya adalah Cigasong, Sukahaji, Salagedang dan wilayah Rajagaluh. Perhitungan kebutuhan tiap wilayah pelayanan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan debit air yang tertampung di BPT II dengan debit air yang dibutuhkan di wilayah pelayanan.

Tahap akhir yang dilakukan dalam optimalisasi jaringan pipa PDAM Kabupaten Majalengka ini, yaitu melakukan evaluasi kondisi eksisting jaringan pipa pengaliran air yang berasal dari BPT II menuju wilayah pelayanan menggunakan program EPANET 2.0.

### III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### A. Optimalisasi Sistem Penyaluran Air PDAM (MA Cipadung – Unit Pelayanan Wilayah Cigasong)

##### - Analisis Sumber Air Baku Dari MA Cipadung

Sumber air baku yang digunakan untuk melayani unit/cabang Cigasong ini berasal dari mata air Cipadung yang berada di Desa Pajajar Kecamatan Rajagaluh, debit air yang dihasilkan dari mata air tersebut digunakan untuk keperluan distribusi air minum, keperluan irigasi, pengairan kolam serta pemenuhan kebutuhan lain masyarakat setempat. Sumber dari mata air Cipadung ini melayani 4 unit/cabang wilayah pelayanan, diantaranya adalah unit Cigasong, Sukahaji, Salagedang dan unit Rajagaluh.

Unit/cabang Cigasong juga mendapat pasokan air baku tambahan dari DW yang berada di wilayah Sukahaji, kapasitas *deep well* (DW) tersebut adalah 15 L/s. Selain itu, khusus untuk wilayah pelayanan Rajagaluh, selain mendapatkan pasokan air baku dari sumber mata air Cipadung, wilayah tersebut juga mendapatkan pasokan sumber air baku dari mata air Cihaneut, dengan kapasitas 15 L/s.

##### - Melakukan analisa terhadap elevasi dan debit sumber air baku yang digunakan

Berdasarkan data yang didapat dari PDAM Kabupaten Majalengka, elevasi dan debit air baku yang terdapat

dalam sistem distribusi air dari MA Cipadung menuju wilayah pelayanan Cigasong, selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Elevasi dan Debit Air Baku PDAM Kabupaten Majalengka

Sumber Air Baku, BPT dan GR	Elevasi (m)	Debit Air (L/s)	Lokasi
MA Cipadung	475,9	90	Desa Pajajar
MA Cihaneut	399	15	Desa Teja
Bangunan Brouncap	513	60	Desa Pajajar
Deep Well (DW)	159	15	Desa Cikalong
BPT I	362	-	Desa Pajajar
BPT II	235	-	Desa Pajajar
Ground Reservoir	178	-	Desa Pajajar
Pertemuan Pipa dari MA Cihaneut dan BPT II	218	-	

Sumber : PDAM Kabupaten Majalengka, 2012

- Melakukan perhitungan debit air dari mata air, bangunan penangkap air (*brouncap*) sampai ke BPT II secara manual menggunakan persamaan Hazen-William, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Rekapitulasi Debit Air Per Bangunan

Daerah Pelayanan	Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa (mm)	Debit (L/s)
Brouncapting – BPT I	1776	200	99,38
BPT I – BPT II	1523	200	98,35
BPT II – Titik Temu	1604	100	32,25
Ma Cihaneut – Titik Temu	2591	100	89,37

Sumber : Hasil Perhitungan dan analisa

- Melakukan perhitungan debit air pada BPT I dan BPT II dengan berdasarkan pada ketinggian muka air pada alat ukur chipoletti yang terpasang disetiap BPT.
  - Dari hasil perhitungan dapat diketahui debit air yang masuk ke BPT I adalah  $0,058 m^3/s$  atau 58 L/s.
  - Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui debit air yang masuk ke BPT II adalah  $0,057 m^3/s$  atau 57 L/s.
- Melakukan perhitungan debit air yang dibutuhkan pada setiap wilayah pelayanan.

Penentuan kebutuhan air tiap unit yang dilayani oleh mata air Cipadung dibagi menjadi dua bagian, yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik.

Total kebutuhan air untuk semua wilayah pelayanannya dapat dilihat pada table berikut ini.



Table 3 Rekapitulasi Kebutuhan Total Air Tiap Wilayah Pelayanan

Nama Unit	Debit Total (L/s)
Unit Cigasong	10.7
Unit Salagedang	11.328
Unit Sukahaji	8.088
Unit Rajagaluh	8.66
<b>Total Kebutuhan</b>	<b>38.776</b>

- Melakukan evaluasi kondisi eksisting jaringan pipa pengaliran air yang berasal dari BPT II menuju wilayah pelayanan menggunakan program EPANET 2.0

Jalur pipa transmisi mengalirkan air dari bangunan penangkap air menuju BPT I dan BPT II dengan sistem gravitasi, jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC berdiameter 200 mm (diameter luar pipa). Sedangkan untuk jalur pipa distribusinya yaitu jalur pipa yang mengalirkan air dari BPT II menuju titik temu pipa dari MA Cihaneut dan dari MA Cihaneut menuju titik temu pipa dari BPT II, jenis pipanya adalah pipa PVC berdiameter 100 mm. Jalur pipa distribusi dari BPT II menuju wilayah pelayanan Cigasong disalurkan melalui pipa PVC berdiameter 100 mm. Sedangkan untuk jalur pengaliran air menuju wilayah pelayanan Rajagaluh, dialirkan dengan pipa PVC berdiameter antara 75 – 100 mm. untuk analisa jalur pipa dari bangunan brouncap menuju BPT I dan BPT II ini dihitung secara manual, sedangkan jalur pipa yang dianalisa menggunakan program EPANET 2.0 adalah jalur pipa yang berasal dari BPT II menuju wilayah pelayanan termasuk didalamnya jalur pipa yang berasal dari MA Cihaneut. Hasil dari analisa program EPANET 2.0 ini adalah :

- Analisa Jaringan pipa PDAM dengan *ground reservoir* difungsikan, didapatkan hasil *negative pressure* hampir disemua *node*. Sedangkan pada Analisis *velocity* (kecepatan aliran), terdapat beberapa pipa yang alirannya diatas kecepatan standar aliran dalam pipa, kecepatan aliran dalam pipa yang diijinkan adalah 0,3 - 2,5 m/s. Pipa yang memiliki kecepatan diatas rata-rata tersebut merupakan pipa transmisi yang mengalirkan air dari BPT I menuju BPT II, hal ini terjadi kaarena perbedaan *elevasi* yang cukup tinggi antar keduanya.
- Analisa Jaringan pipa PDAM dengan *ground reservoir* tidak difungsikan, didapatkan hasil sisa tekan (*preasure*) masih negatif di beberapa *node* yang jaraknya cukup jauh dari BPT II. Sedangkan pada Analisis *velocity* (kecepatan aliran), terdapat beberapa pipa yang alirannya diatas kecepatan standar aliran dalam pipa, kecepatan aliran dalam pipa yang diijinkan adalah 0,3 - 2,5 m/s.

Berdasarkan hasil Analisis terhadap jaringan pipa pengaliran air PDAM Kabupaten Majalengka, yang berasal dari mata air Cipadung menuju wilayah pelayanan termasuk air

yang berasal dari mata air Cihaneut dapat dioptimalkan dengan cara sebagai berikut ini :

#### Solusi 1

Melakukan penutupan jaringan pipa yang berasal dari BPT II menuju titik temu menggunakan *valve* (jika dibutuhkan bias dibuka kembali), hal ini bertujuan agar tidak terjadi aliran balik dari titik temu pipa menuju BPT II. Aliran balik ini dikarenakan adanya tekanan tambahan pada titik temu pipa yang berasal dari mata air Cihaneut. Sehingga aliran air yang dialirkan menuju wilayah pelayanan unit Cigasong, Sukahaji dan unit Salagedang seluruhnya dialirkan dari mata air Cipadung. Sedangkan untuk wilayah pelayanan unit Rajagaluh kebutuhan air masyarakatnya dipenuhi seluruhnya dari mata air Cihaneut. Cara ini bisa dilakukan dengan mengetahui kapasitas air yang dihasilkan dari masing-masing sumber air baku, apakah memenuhi untuk jangka pendek menengah dan jangka panjang serta ketika terjadi perluasan wilayah pelayanan. Selain itu, perlu dihitung pula kebutuhan air yang dibutuhkan oleh masyarakat di daerah pelayanan.

#### Solusi 2

Menambahkan bangunan bak pelepas tekan pada jaringan pipa penyaluran air yang berasal dari mata air Cihaneut yang ditempatkan pada ketinggian 239 m dpl (didapatkan dari hasil perhitungan *trial error* pada program epanet). Penempatan bak pelepas tekan ini berfungsi untuk mengurangi tekanan aliran yang berasal dari mata air Cihaneut menuju titik temu pipa, sehingga sisa tekanan yang menuju titik temu akan seimbang dengan sisa tekanan yang berasal dari BPT II, hal ini dimaksudkan untuk mencegah aliran balik yang berasal dari titik temu menuju BPT II. Solusi kedua ini digunakan apabila terjadi perluasan wilayah pelayanan pada unit Rajagaluh. Jika terjadi perluasan wilayah pelayanan pada unit Rajagaluh, dan kebutuhan airnya tidak bisa terpenuhi apabila memakai sumber air dari MA Cihaneut saja dan memenuhi tambahan debit yang berasal dari MA Cipadung.

#### Solusi 3

Bila digunakan alternatif penutupan jaringan pipa yang berasal dari BPT II menuju titik temu, maka aliran air yang berasal dari mata air Cipadung seluruhnya akan dialirkan menuju wilayah pelayanan unit Cigasong, Sukahaji dan unit Salagedang. Berdasarkan hasil *running* pada program Epanet, jika alternatif ini digunakan maka :

- Jika bangunan *ground reservoir* diaktifkan, maka akan dihasilkan *tekanan negatif* hampir diseluruh *node*, selain itu akan didapatkan kecepatan yang melebihi kecepatan maksimum dalam pipa (0,3 – 2,5 m/s).

Jika bangunan *ground reservoir* tidak diaktifkan, maka akan dihasilkan sisa tekanan negatif pada *node* yang jaraknya jauh dari BPT II, sedangkan kecepatan aliran dalam pipa yang dihasilkan hampir sama ketika bangunan *ground reservoir* diaktifkan.



#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, berkenaan dengan optimalisasi jaringan pipa PDAM Kabupaten Majalengka unit pelayanan Cigasong diperoleh beberapa kesimpulan, diantaranya adalah :

1. Terdapat beberapa permasalahan yang terjadi pada jaringan eksisting pengaliran air PDAM Kabupaten Majalengka berkenaan dengan penyebab seringnya *overflow* yang terjadi di BPT II. Penyebab sering terjadinya *overflow* ini dikarenakan debit air yang dibutuhkan pada wilayah pelayanan lebih kecil dibandingkan dengan air yang dialirkan menuju BPT II, kebutuhan air di wilayah pelayanan sebesar 38,78 L/s, sedangkan debit air yang dialirkan dan tertampung di BPT II sebesar 57 L/s. Selain itu, penyebab *overflow* yang sering terjadi di BPT II karena adanya aliran balik dari titik temu pipa menuju BPT II. Aliran air yang seharusnya mengalir dari BPT II (*elevasi* 235 m) menuju titik temu (*elevasi* 218 m) menjadi berbalik arahnya kembali ke BPT II, hal ini disebabkan karena titik temu pipa mendapat tekanan tambahan yang berasal dari mata air Cihaneut yang memiliki *elevasi* 399 m.
2. Berdasarkan hasil *running* pada program Epanet 2.0 yang digunakan dalam analisa jaringan pipa PDAM Kabupaten Majalengka, masih didapatkan *negative preassure* pada seluruh node ketika bangunan ground reservoir difungsikan. Selain itu didapatkan pula *velocity* pada pipa penyaluran yang melebihi batas minimum pengaliran air dalam pipa yaitu 0,3 – 2,5 m/s. Jika *reservoir* di non aktifkan, maka akan terdapat *negative Pressure* pada *node* yang berada jauh dari yang berada jauh dari BPT II, dan terdapat kecepatan aliran air dibawah 0,3 m/s pada pipa yang berada jauh dari BPT II. Dalam mengatasi masalah pada jaringan pipa tersebut, dilakukan pembagian wilayah pelayanan yang kebutuhan airnya dipenuhi dari BPT II. kebutuhan air menuju wilayah pelayanan tersebut dialirkan melalui dua pipa penyaluran. Pipa pertama dialirkan menuju wilayah pertama yaitu unit Salagedang dan sebagian unit Sukahaji. Sedangkan untuk jalur pipa kedua dialirkan menuju wilayah kedua, yaitu sebagian besar wilayah pelayanan unit Sukahaji dan unit Cigasong, kebutuhan airnya dari BPT II yang dialirkan secara langsung menuju wilayah pelayanan kedua dengan tidak ada *tapping* pada jalur pipa pengaliran air tersebut

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis H.S mengucapkan terimakasih kepada kepala Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Bidik Misi 2010-2015.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fair, G.M., J.C., dan Okun, D.A. 1966. Water and Waste Water Engineering. John Wiley dan Sons, M.C., New York.
- [2] Klaas, Dua K.S.Y. 2009. Desain Jaringan Pipa Prinsip Dasar dan Aplikasi. Mandar Maju., Bandung.
- [3] Mangkoedihajo, S. 1985. Penyediaan Air Bersih. Institut Teknologi Sepuluh Nopember., Surabaya.
- [4] Marsono, B.D. 1996. Hidrolika Teknik Penyehatan dan Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember., Surabaya.
- [5] Mc, Ghee, Steel, E.W. 1991. Water Supply and Sewerage. 5<sup>th</sup> Edition. Mc Grew Hill., USA.
- [6] Petunjuk Teknis Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT). 2000. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- [7] Roosman, L.A. 2000. Epanet 2 User Manual. Water Supply and Water Resources Division. National Risk Management Research Laboratory., Cincinnati, OH.
- [8] Twort, A.C. 1963. A Text Book of Water Supply. Edward Arnold Publisher., London